

## PROCESSING COPY

## INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

## CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S E C R E T

COUNTRY East Germany

REPORT

25X1

SUBJECT Lacquers and Lacquered Wires

DATE DISTR. 7 MAY 1957

NO. PAGES 1

25X1

REFERENCES

25X1

DATE OF INFO.

PLACE &amp; DATE ACQ

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE

25X1

technical lecture delivered

on 11 February 1956 by Ing. Ernst Seidel of VEB Walzwerk Hettstedt on wire lacquers and lacquered wire. The lecture was given at the International Specialist Conference (CEMA Section 10) February 1956 in Berlin. Seidel is the manager of the wire plant of VEB Walzwerk Hettstedt. (One bound paper-back volume)

11 JUN 1957

25X1

13 JUN 1957

SCD

S E C R E T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC				
-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--	--	--	--

(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#")

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

SECRET



SECRET

SECRET

## Über Drahtlacke und Lackdrähte.

-----

Vortrag, gehalten auf der Internationalen Spezialisten-Tagung über Isolierstoffe am 11. Februar 1956 in Berlin von Ing. E. S e i d e l , Betriebsleiter der Drahtbetriebe im VEB Walzwerk, Kupfer- und Messingwerke, Hettstedt.

---

### 1.) Geschichtliches:

In den ersten Jahrzehnten der Entwicklung elektrischer Apparate und Maschinen wurden Wicklungen meist mittels Drähten, die mit Textilien isoliert waren, ausgeführt. Zum Zwecke des Feuchtigkeitsschutzes und der Verfestigung der Wicklungen waren Tränklacke anfänglich auf Bitumen- und Asphalt-Basis im Gebrauch. Sehr bald lernte man die günstigen Eigenschaften des Holzöles, das durch Sauerstoffaufnahme, Oxydation und Polymerisation trocknet, zur Verbesserung dieser Tränklacke anzuwenden. Etwa 1914 kam es dann zur erstmaligen Lackierung blanker Drähte mit solchen Bitumen- und Asphalt-Holzöllacken, die meist schwarze Farbe hatten. Daran schloß sich die Entwicklung transparenter Drahtlacke auf der Basis hochschmelzender Kopale unter Mitverwendung von Holzölen an. Im Zuge der Verfeinerung wurden dann Kunstkopale aus Naturharz-modifizierten Phenolen (Albertole) mit eingesetzt. Diese Öllacke, wie sie kurz genannt werden, hatten etwa 1936 ihre Entwicklung abgeschlossen. Lackdrähte auf dieser Basis sind wegen ihrer Feuchtigkeitssicherheit und wegen ihres guten Tangens Delta für alle Zwecke der Fernmeldetechnik einsatzfähig. Versuchsweise Anwendung solcher Drähte als Wickeldrähte im Elektromaschinenbau mußten im Anfang der 30-er Jahre naturnotwendig zu Rückschlägen führen, da diese Lackdrähte bei Verwendung von Tränklacken auf etwa gleicher Basis angelöst werden müssen, wobei sich Windungsschlüsse ergeben. Man ging damals einen halben Schritt zurück und verwendete Öllackdrähte mit einer Kunstseidenumspinnung.

- 2 -

Etwa 1938 wurde in Deutschland zum Zwecke der Einsparung von Pflanzenölen der Versuch gemacht, bereits bekannte Kunstharze in der Drahtlacktechnik einzusetzen. So entstand aus Harnstoffharzen mit Butanol veräthert in Kombination mit Phenol-Formaldehydharzen der Harnstoffharzlackdraht, der bezüglich Anlösbarkeit und Wärmebeständigkeit gegen übliche Tränklacke einen Fortschritt bedeutete, wegen seiner Feuchtigkeitsempfindlichkeit im Fernmeldesektor jedoch nicht eingesetzt werden konnte. Etwa zur gleichen Zeit ging die amerikanische Entwicklung andere Wege. Hier wurden 1938 durch Verbindung eines Moleküls Aldehyd und zweier Moleküle Alkohol zu Polyvinylformal ein echter Kunststoff linearer Struktur entwickelt, der unter den Namen Formex-Thermex bekannt wurde. Lackdrähte dieser Richtung zeigten bezüglich Abriebfestigkeit und Feuchtigkeitssicherheit sowie gegen chemische Einflüsse ganz neue, bisher unbekannte Eigenschaften. Der anfängliche Nachteil der Thermoelastizität über 130° wurde durch Einbau von Phenolharzen herabgesetzt.

Ein weiterer Nachteil, der in der Fachwelt als "Kalter Bruch" bezeichnet wird, ist die Bildung von Rissen bei mechanischer Beanspruchung im kalten Zustand, die sich in Wärme jedoch wieder schließen. Diese Eigenschaft zwingt dazu, solche Drähte ausschließlich in getränktem Zustand zu verwenden. Bei Einführung dieser Polyvinylacetallacke wurden aus der Technik des Kaltlackierens von Kabeln die schwimmenden Abstreifdüsen (floating die) übernommen. Die Lacke haben als weiteren Nachteil hohe Viskosität bei geringem Körpergehalt, was durch die Kombination mit Phenolharzen ebenfalls verbessert wird. Eine Verwendung unter 0,30 mm Ø ist im allgemeinen nicht üblich.

Nach dem letzten Kriege setzte die Verwendung neuer, inzwischen gefundener Kunststoffe in der Drahtlacktechnik ein. Am nächstliegenden sind hier die Superpolyamide auf der Basis E - Caprolaktam und AH-Salz zu nennen. Diese Vorprodukte der Perlon- bzw. Nylonseide, z.B. in Kresol gelöst, ergeben als Überzug auf Drähten Überzüge

- 3 -

- 3 -

mit überraschend hoher mechanischer Festigkeit und Elastizität, auch die Wärmealterungsfähigkeit überragt die vorhergehende Gruppe der Lackdrähte erheblich. Ein Nachteil bleibt der Rückgang der Isolationsfähigkeit in Wärme bei gleichzeitiger Anwesenheit von Feuchte. Da den Feuchtigkeitsschutz in elektrischen Maschinen meist ein Tränklack übernimmt, sind Polyamidlacke als typische M-Drähtlacke in besonders hohem Maße im Elektromaschinenbau eingesetzt.

Ein Schweizer Chemiewerk erzeugt aus Phenolharzen mit eingebauter Ätylenoxydgruppe als Weichmacher Drahtlacke, deren Härtung und Polymerisation beim Einbrennen gleichzeitig erfolgen. Diese Ätoxylinlacke haben gegenüber Polyamidlacken etwas geringere mechanische Festigkeit, ihre elektrischen Eigenschaften sowie ihr Verhalten in Wärme und feuchter Luft ist gut, weshalb sie für F-Zwecke einsetzbar sind. Ein weiterer Vorteil ist hoher Feststoffgehalt. Die Haftung auf dem Leiter ist jedoch wesentlich niedriger als bei Polyamiden.

Seit einigen Jahren wird ein westdeutscher Rohstoff, das Polyurethan, in zunehmenden Maße in der Elektrotechnik eingesetzt. Dieses Hydroxyl-gruppenreiche Alkydharz reagiert beim Einbrennprozeß mit einem Diisocyanat. Anfänglich wurden diese Lacke aus ihren beiden Komponenten Desmophen- und Desmotur vor dem Einsatz gemischt, wobei das Gemisch nur wenige Stunden reaktionsfähig war. Seitdem es gelungen ist, solche Gemische zu stabilisieren, kann man diese Polyurethan-Lacke im gebrauchsfähigen Zustand transportieren. DD-Lacke haben etwas geringere Härte wie Polyamide und Polyvinylacetate. Besondere Nachteile sind die sehr geringe Fahrspanne, die Isocyanate difundieren bei hohen Temperaturen, wodurch ein erheblicher Feststoffverlust eintritt. Die erforderlichen niedrigen Einbrenntemperaturen um 200° machen den Einsatz vorgeglühter Drähte (auch bei Aluminium) erforderlich. Der fast farblose Kunststoff zwingt außerdem zur Beigabe geeigneter Teerfarbstoffe. Die Drähte sind gut Lösungsmittel-beständig und alterungsmäßig den Polyamiden über-

- 4 -

- 4 -

legen, sie sind lötfähig und unbedingt feuchtigkeits-sicher, weshalb sie z.B. in Westdeutschland die herkömmlichen Öllacke zum wesentlichen Teil abgelöst haben.

Zwischen den Polyurethanen und den Polyamiden sind heute zur Erhöhung der Temperatur- und Alterungsbeständigkeit Kombinationen üblich. Auch Silikone hat man in geringen Mengen beigegeben. Die Silikone allein können sich wegen ihrer bekannten schlechten Haftung auf Kupfer als Drahtlack ohne wesentlichen Anteil an Phenolformaldehyden nicht einführen.

In neuester Zeit setzt, aus Amerika kommend, eine Entwicklung auf dem Drahtlackgebiet ein, die voraussichtlich die Technik ein Stück vorantreiben dürfte.

Unter Verwendung von Estern der Terephthalsäure, z.B. des Äthylenglykolterephthalsäure-Polyesters (Mylar, Hostaphan u.a.) entstehen Lacke mit ganz neuen Eigenschaften. Diese Lacke sind in Amerika unter den Namen "Alcanex" und "Ruwatere", in Westdeutschland z. B. unter dem Namen "Terebec" bekannt, sie ermöglichen das Lackieren von Drähten für F- und M-Verwendung gleicherweise. Terebec-Drähte weisen z.B. eine Wärmedruckfestigkeit von  $300^{\circ}$ , also rund  $100^{\circ}$  mehr als Polyamidlackdrähte auf. Die Fahrspanne ist verhältnismäßig groß, die Fahrtemperatur liegt etwa wie bei den alten Öllackdrähten, der Feststoffgehalt kann bis 45% gesteigert werden. Beim Fahren tritt keine Verdampfung von Lackrohstoffen wie bei den Polyurethanen, also kein wesentlicher Feststoffverlust, ein. Die Drähte sind in Wärmeklasse F  $145^{\circ}$  einsatzfähig, sie sind beständig gegen Tränklacke und alle üblichen Lösungsmittel, auch Alkohole. Eine Neigung zum "Kalten Bruch" (Haarrißbildung) ist nicht feststellbar. Die Verarbeitung mittels Filzabstreifer sowie Düsen ist ohne weiteres möglich. Wicklungen mit diesem Lackdraht kann man wegen ihrer hohen Temperaturfestigkeit unbedenklich mit Silikon-Tränklacken tränken, die bekanntlich hohe Trockentemperaturen und -Zeiten benötigen.. Man erhält so wirklich tropenfeste Wicklungen.

- 5 -

- 5 -

Für den Bereich noch höherer Temperaturen bis  $250^{\circ}$  müssen Drahtisolationen auf der Basis Polytetrafluoräthylen erwähnt werden, wenn diese Drahtisolation auch wegen ihrer gegenüber üblichen Lackdrähten weit höheren Isolationsstärken nicht mehr in das Gebiet der Lackdrähte eingereiht werden sollte. Diese Fluorverbindungen sind unlöslich. Sie werden in Form einer feuchten Paste auf den Leiter aufgespritzt und nach einem vorsichtigen Trockenprozeß zwischen  $90$  bis  $300^{\circ}$  je nach Wandstärke der Isolation, bei  $370$  bis  $400^{\circ}$  gesintert. Die Abriebfestigkeit ist wegen der geringen wachsartigen Härte der Isolationsschicht gering, der Preis ist vorläufig noch sehr hoch.

Nach einer Nachricht im Chem. Engng, Bd. 63, ist es der Fa. Sequoia Process Corp. in Redwood City Kalifornien gelungen, ein "Hyrad" genanntes Isoliermaterial zu entwickeln, das  $200^{\circ}$ , kurzzeitig auch  $250^{\circ}$  aushält.

Es handelt sich um Polyäthylen, das mittels eines Elektronenstrahl-Generators von  $1\text{ Me V}$  und  $1\text{ m A}$  bestrahlt ist. So behandeltes mit Polyäthylen gespritzter und bestrahlter Wickeldraht kostet wesentlich weniger als Teflon-isolierter Draht.

## 2.) Der Stand der Lackiertechnik:

In den USA sind heute mit Vorrang noch Formex-Drähte in Benutzung. Bei reinen Nylonlacken werden hauptsächlich Polyamide verwendet, die durch weitgehende Kondensation fast unlöslich gemacht sind. Diese Nylandrähte haben meist keine Kombinationsharze, haben mattes, unscheinbares Aussehen, sind jedoch sehr hart. Beide Lackdrahtgruppen werden nunmehr durch das Alcanex und ähnliche Terephthallacke abgelöst. Man fährt in den USA Drähte bis  $0,40$  horizontal mittels Rolldüsenabstreifer, ab  $0,40$  vertikal mit floating die. Aufgrund der ausschließlichen Verwendung von Düsen ist es möglich, einer Bedienungs-person bis zu 160 Emailliergänge bedienen zu lassen. Die Lackiermaschinen haben angebaute Fehlerprüfeinrichtungen und wickeln den Draht automatisch in Pappbehälter.

- 6 -



- 6 -

Das Umspulen von Lackdrähten vor dem Versand erfolgt also nicht. Das Problem des Rücklaufes alter Spulen ist daher ebenfalls nicht vorhanden.

Die größte Lackdrahtfabrik soll monatlich 1800 t, einige weitere 1200 und 800 t produzieren.

Die Lackdrahtfabriken haben ohne Ausnahme keine eigene Lackherstellung.

In Westdeutschland werden Runddrähte bis 3,0 mm Ø und Flachdrähte bis 100 mm<sup>2</sup> hergestellt. Nur etwa 10 % der Produktion dürfte noch auf Ölbasis laufen. Solche Drähte werden nur noch in billigen elektrischen Geräten eingesetzt. Etwa 30 % der Produktion mit Polyvinylformal-Lacken, die qualitativ den amerikanischen überlegen sind. Der Rest teilt sich in Polyamide, die heute fast ausschließlich in Kombination auftreten, in Polyurethan-Lackdrähte, die etwas im Rückgang sind und die sich langsam ausdehnenden Terephthalsäure-Drähte.

Der Lackierprozeß erfolgt bis etwa 1,6 mm Ø meist horizontal mit Abstreifern, stärkere Drähte werden vertikal mit und ohne Abstreifer, in geringem Maße auch mit Düsen gefahren. Die größte Lackdrahtfabrik dürfte monatlich 700 t produzieren.

Im Gebiet der DDR leidet die Herstellung von Öllacken unter der schwankenden Qualität der zur Verfügung stehenden Lackrohstoffe Holzöl, Leinöl und Naturharzen.

Es ist üblich, ölmodifizierte Phenolharze einzubauen. Die erzeugten F-Drähte entsprechen DIN 46450 und den Gost-Bedingungen. Die Erzeugung von Polyurethanlacken ist vom Import der Isocyanate abhängig. Die in Wolfen geplante Fertigung ist noch in der Entwicklung. Eine Herstellung von Drahtlacken auf der Basis verätheter Dianharze ist aussichtsreich und im Aufbau.

Als Lack für Maschinenwickeldrähte wird in der Hauptsache der Polyamidlack "Isoperlon" verwendet. Dieser Lack enthält geringe Mengen Phenol-Resolharz. Er ergibt mangels geeigneter anderer Kombinationsharze eigenen Aufkommens zwar keine unbedingt wasserfesten Drahtüberzüge, weist

- 7 -

- 7 -

aber bezüglich Alterung, Elastizität und Lösungsmittelbeständigkeit günstige Werte auf. Das Problem der gelegentlich auftretenden Exzentrizität des Lackauftrages geht in jüngster Zeit seiner Lösung entgegen.

Seine Alterungscharakteristik zeigt das Kurvenblatt 2 bei Prüftemperaturen zwischen 90 und 130°. Hierbei wird die Abnahme der Wickeldehnung nach Langzeitalterung in Prozenten aufgetragen. Unter Wickeldehnung versteht man die Dehnung der äußeren gegenüber der inneren Faser beim Wickeln um einen Dorn bestimmten Durchmessers. Als Besonderheit muß die erhöhte Wärmebeständigkeit des Lackes bei Aluminium gegenüber Kupfer erwähnt werden, die im Kurvenblatt 3 ersichtlich ist.

Das Isoperlon ist noch nicht am Ende seiner Entwicklung, wie das Kurvenblatt 4 zeigt.

Die erste Kurve zeigt den Alterungsverlauf von Isoperlon-drähten der Produktion vor 1955, die mittlere Kurve den augenblicklichen Zustand, die rechte Kurve zeigt den Alterungsverlauf nach einigen in Durchführung begriffenen Änderungen. Zum Vergleich ist noch die Kurve für Terebec eingetragen.

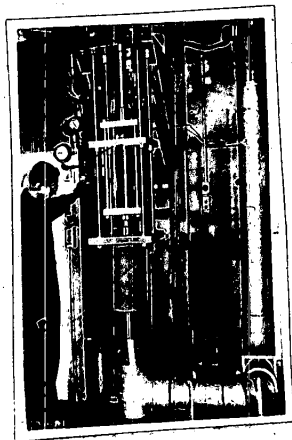
Bei Zurverfügungstehen von Polyurethanen sowie geeigneten Epoxydharzen lassen sich noch Ergebnisse erzielen, die im Kurvenblatt 5 eingetragen sind.

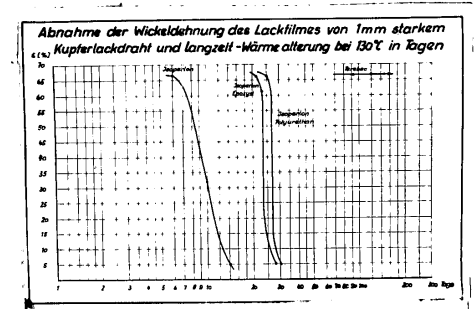
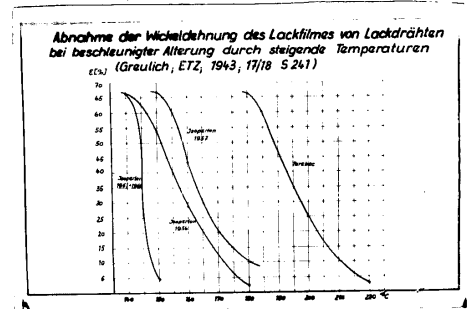
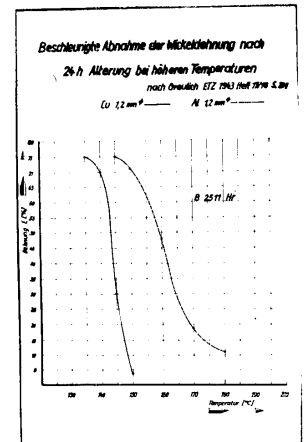
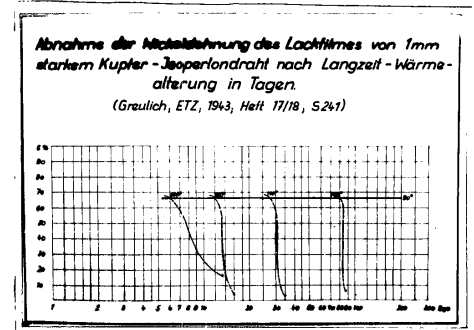
Die erste Kurve zeigt den jetzigen Isoperlon-Lackdraht, die zweite eine Kombination mit Epoxydharz westdeutscher Herkunft, die dritte einen solchen mit Polyurethan-Komponente, die vierte Kurve zeigt zum Vergleich die Möglichkeiten beim Terebec. Dieser Lack ist, wie schon vorher erläutert, allen bisherigen Arten weit überlegen.

Im Gebiete der DDR werden Drähte bis 1,4 Ø horizontal, bis 2,0 Ø teils horizontal, teils vertikal, alle stärkeren Drähte vertikal lackiert. Es wird bei Feinstdrähten mit Saugfilzen, bei allen anderen Drähten mit und ohne Abstreifer, neuerdings auch mit Düsen gearbeitet.

In Hettstedt wurden neue Universalöfen vertikaler Bauart für die Drahtstärken ab 0,50 Ø entwickelt. Bild 6 .

- 8 -





- 8 -

Die Öfen sind meist elektrisch geheizt. Es werden etwa 60% der Produktion mit Polyamidlacken, zum größten Teil unter Verwendung von Isoperlon, und 40% mit Öllack lackiert. Die Klasse der Feinstdrähte ab 12 my auch in Eisen-freier Qualität, hat im Kabelwerk Köpenick eine erfolgreiche Entwicklung erfahren.

Bild 7 zeigt die besonders sorgfältige Verpackung solcher Spezialdrähte.

Dort werden auch M-Drähte mit Isoperlonlack in Stärken unter 0,20 bis zu 0,03 herab erzeugt. Dieses Werk ist Hauptlieferant in F-Drähten in der DDR. In der Entwicklungsstätte des Isoperlon - im VEB Walzwerk - Kupfer- und Messingwerke - Hettstedt, werden hauptsächlich M-Drähte auf Isoperlon-Basis bis 10 mm  $\varnothing$  und Flachdrähte bis 12 x 4, in größerer Menge auch in Aluminium, hergestellt. Die übrigen Lackdrahtfabriken, im ganzen sind 5 vorhanden, stellen M- und F-Drähte auf Öl- und Polyamidbasis her.

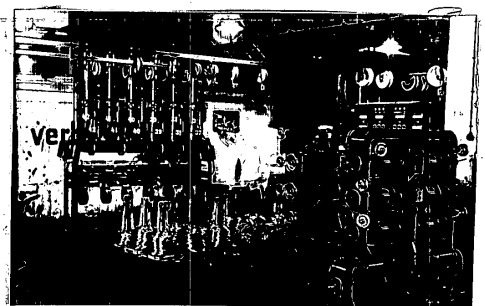
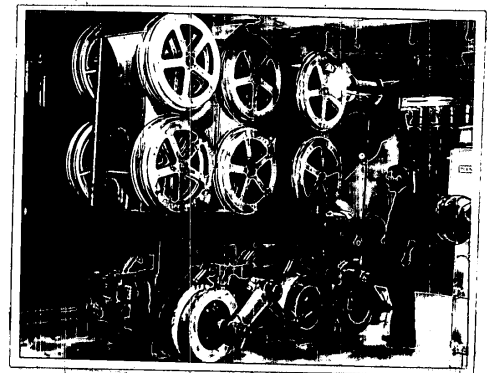
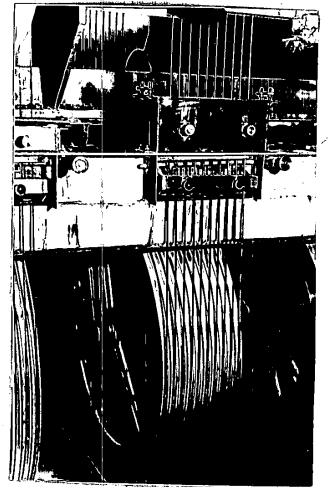
Die lötfähigen DD-Drähte führen sich wegen des höheren Preises, des Zwanges zur Verwendung von geglühten Blankdrähten sowie des geringen Fahrbereiches dieser Lacke nur langsam ein. Drähte auf Polyvinylformal-Basis sind exerziert, werden aber mangels ausgebauter Rohstoffgrundlage nicht gefertigt.

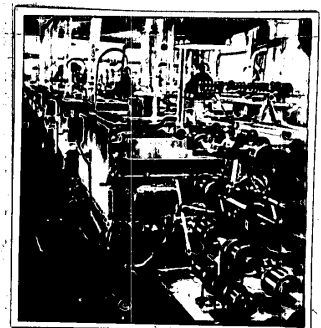
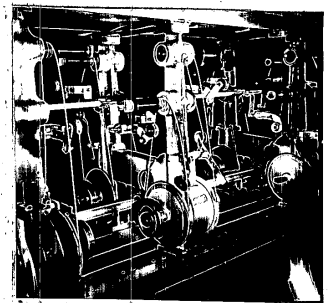
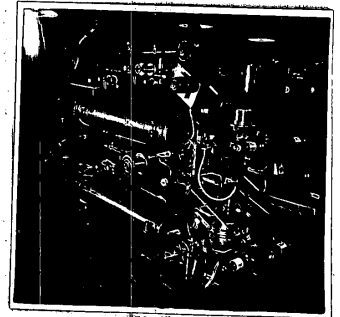
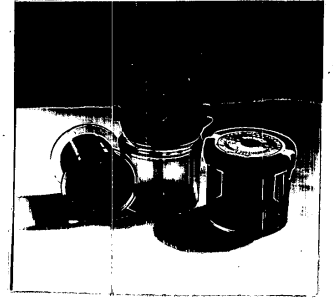
Das Werk Plauen hat in Reihe aufgestellte Horizontalöfen, die die Drähte jeweils nach Lackauftrag nacheinander passieren. Bild 8 .

Diese Öfen haben bei allerdings hohen Platzbedarf, geringe Drahtstreckung, sie gestatten den gleichzeitigen Auftrag unterschiedlicher Lackkonsistenzen sowie die mühelose Einschaltung von Glühgängen. Die Lackzuführung erfolgt beim Abstreifersystem mittels Flaschen- oder Pumpenzuführung. Die Blankdrähte werden nach neueren Entwicklungen in Hettstedt in zunehmenden Maße nicht mehr in Bündeln, sondern auf Glühspulen gezogen.

Eine Reihe solcher Glühspulen zeigen die Bilder 9 und 10.

- 9 -





- 9 -

Für die Drahtstärken 0,05 bis 10,0 mm und eine dafür erforderliche Ablaufvorrichtung mit Handhub zeigt Bild 11.

Für die Standardisierung stehen die DIN-Vorschriften zur Verfügung. Die Isolationszunahmen sind in DIN 46435, Blatt 1, die technischen Lieferbedingungen auf Blatt 2, die Prüfmethode in DIN 46453 niedergelegt.

Entsprechende DDR-Standards sind in Vorbereitung.

Zum Abschluß sollen einige noch in der DDR verwendeten Prüfgeräte für Lackdrähte neuerer Entwicklung gezeigt werden:

Fehlerzahlprüfgeräte, geeignet für Quecksilber- und Wasserprüfung DIN 46435, Absatz 20:

Bild 12: Neuentwicklung im Röntgenwerk Dresden.

Bild 13: Eigenbau VEB Walzwerk Hettstedt.

Spannungsprüfgeräte DIN 46435, Absatz 21:

Bild 14: Bauart Röntgenwerk Dresden.

Bild 15: Eigenbau VEB Walzwerk Hettstedt.

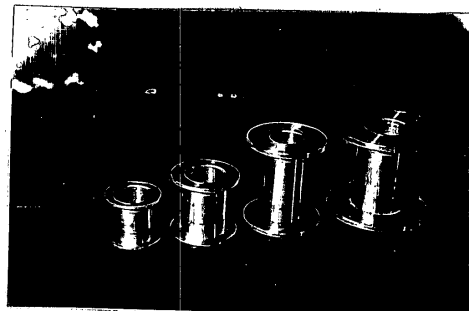
Dieses Gerät gestattet auch Fehlerzahlprüfungen bei höherer Spannung.

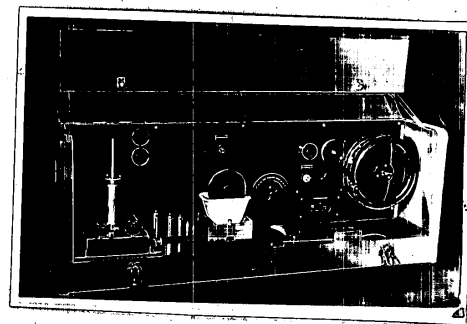
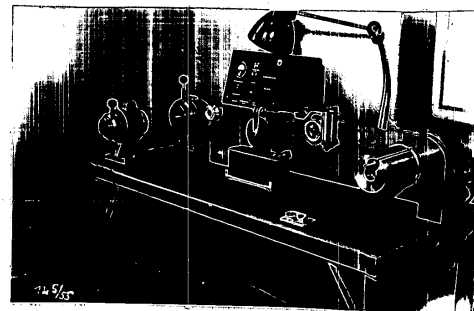
Bild 16: Einrichtung zum Spannungsprüfen von Flachdrähten, von den Technisch-Physikalischen Werkstätten, Thalheim/Sachsen.

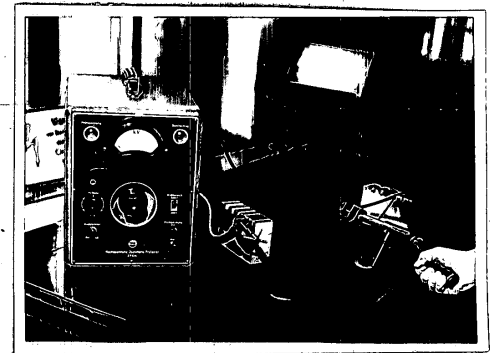
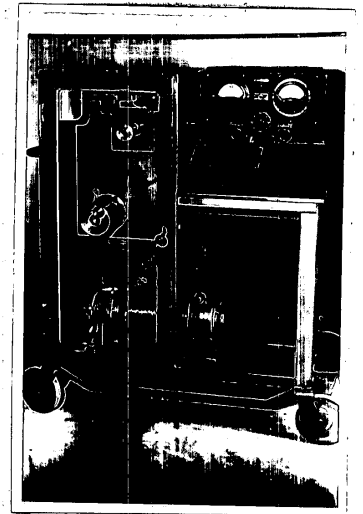
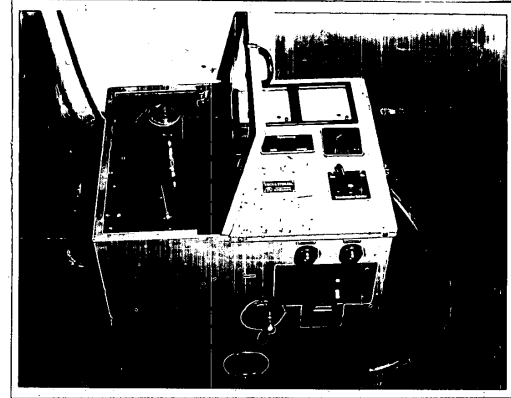
Bild 17: 5-fach Prüfeinrichtung für Erweichung der Lackschicht nach DIN 46435, Absatz 8. Eigenentwicklung VEB Walzwerk Hettstedt.

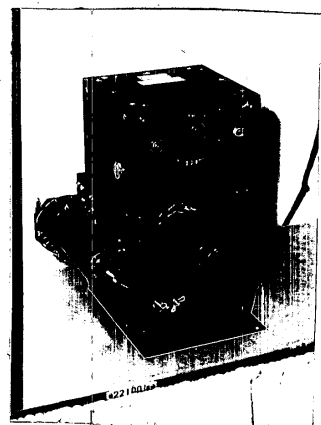
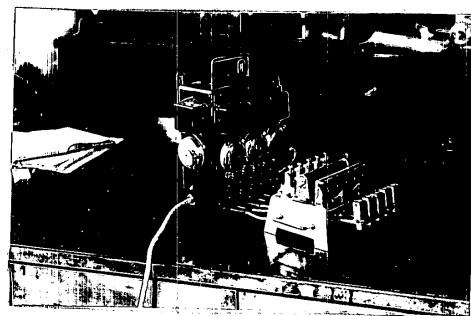
Bild 18: Prüfgerät einer Firma in Berlin-Treptow für Prüfung der Abriebfestigkeit bei Lackdrähten.













**SECRET**